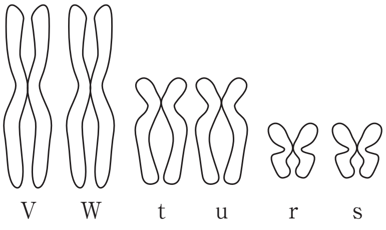
第５講　遺伝情報の複製と分配

【1】 以下の文章を読み，各問いに答えなさい。

核酸にはDNAとRNAがある。ともに［ 1 ］とよばれる構成単位が，糖と［ 2 ］の結合を介して連結した鎖状の分子である。DNAとRNAでは［ 1 ］に含まれる糖の種類が異なっており，DNAの場合には［ 3 ］である。また，DNAは通常2本の［ 1 ］の鎖が互いの塩基の間で結合し，二重らせん構造をとっている。

下図は，ある生物の体細胞分裂中期に観察された染色体を並べた模式図である。染色体rと染色体sのように①大きさや形が同じ染色体が2本ずつ対で存在し，１個の細胞あたり合計で6本(3対)の染色体が観察された。また，個々の染色体は縦裂しているように見え，ほぼ左右対称な形をしていた。

この生物の体細胞を培養液Xの中で培養した。細胞を十分な数に増殖させた後，培養液をXからYに交換して１回だけ分裂させ，再び培養液Xに交換した。②培養液の交換はいずれも細胞質分裂の完了直後に行った。２種類の培養液の成分は同じで，共にチミジン(［ 3 ］とチミンが結合したもの)を含むが，培養液Yではチミンを構成する水素(^{1}H)を放射性同位体(^{3}H)に置き換えてある。この放射性チミジンは，培養液Xに含まれる通常(非放射性)のチミジンと同様に細胞に取り込まれ，DNAの複製に利用される。なお，すべての細胞は同調して分裂しており，各培養液におけるDNAの複製には，その培養液の成分のみが利用されるものとする。



問１　［ 1 ］～［ 3 ］に適する語句を記入しなさい。

問２　下線部①の，大きさや形が同じ２本の染色体を何というか答えなさい。また，分裂中期のヒトの体細胞１個には，このような染色体は何対存在するか。常染色体の場合について答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　上図の６本の染色体には，二重らせん構造をしたDNA分子が合計で何分子含まれているか。

問４　次のタイプA～タイプCの染色体は，上記の培養実験で観察される染色体rを表しており，水素の放射性同位体（^{3}H）が取り込まれた部位を黒で示してある。以下の⑴～⑶の時期に300個の細胞を観察すると，各タイプの染色体rをもつ細胞はそれぞれ何個存在すると予想されるか。㈠～㈦から最も適切なものを１つずつ選び，記号で答えなさい。

タイプA：縦裂面の両側に^{3}Hが存在する
タイプB：縦裂面の片側に^{3}Hが存在する 　または　
タイプC：縦裂面の両側どちらにも^{3}Hが存在しない

⑴　培養液Yでの分裂中期
⑵　再び培養液Xに交換してから１回目の分裂中期
⑶　再び培養液Xに交換してから２回目の分裂中期

	タイプA	タイプB	タイプC
㈠	300	0	0
㈡	0	300	0
㈢	0	0	300
㈣	150	150	0
㈤	0	150	150
㈥	150	0	150
㈦	100	100	100

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

【2】 次の文章を読み，以下の問に答えよ。

新しい細胞を生み出す唯一の方法は，既に存在している細胞が分裂することである。細菌のような単細胞生物だけでなく，ほ乳動物のような多細胞生物であっても，細胞を持つすべての生物は細胞の成長と分裂による産物と考えることができる。図１は，増殖をしている動物の体細胞１つあたりに存在するDNA量の変化を時間の経過にしたがって示したものである。[a]増殖している動物の細胞核内では，ほどけたDNAのヌクレオチド鎖の塩基部分を介して，それと相補的な塩基を持つヌクレオチドが結合する。さらに，塩基間で結合したヌクレオチドはDNAポリメラーゼの働きで連結される。その結果，元の細胞にあったものと同じ配列のDNAが複製される。

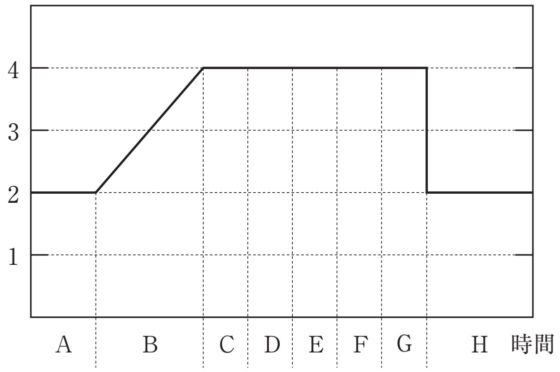


図１

問１　図１は，細胞分裂を行っている動物の体細胞1つあたりに存在するDNA量の変化を経時的に示した図である。

⑴　図１中でDNA合成が進んでいる時期をＡからＨの中から選択せよ。

⑵　図１中のD～Gが分裂期だとすれば，A～C及びHの時期は何と呼ばれるか。その名称を答えよ。

⑶　体細胞が２つの娘細胞への分裂を最終的に細胞質の分裂まで完了する時期は，図１中の点線のうちのいずれに相当するか。下記㋐～㋓の中から選択せよ。

㋐　ＡとＢの間　　㋑　ＢとＣの間　　㋒　ＣとＤの間　　㋓　ＧとＨの間

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　1970年代に開発されたフローサイトメトリーという手法を用いると，一つ一つの細胞に含まれるDNA量を個別に測定することができる。一般に，体細胞を培養する場合にはフラスコの中に多数の体細胞が含まれており，分裂している細胞や分裂していない細胞など，その状態は細胞ごとにさまざまである。ある体細胞を培養した後にフローサイトメトリーを用いて各細胞に含まれるDNA含量を測定する実験を行った。個々の細胞に含まれるDNA量の測定結果から，１つの細胞に含まれるDNA量(相対値)が１以下，１より大きく２以下，２より大きく３以下，３より大きく４以下という４つの範囲に区分し，それぞれの区分に含まれる細胞の数を示したものが図２である。

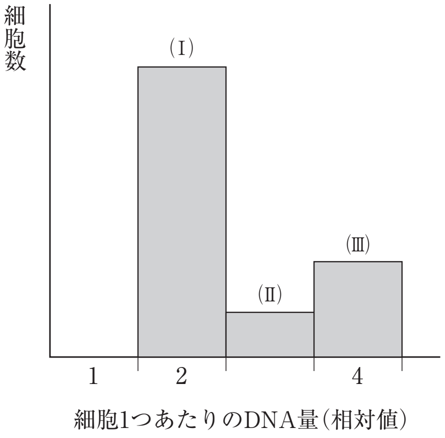


図２

(1)　図２の(Ⅱ)に含まれる細胞は，図１ではどの部分に含まれると考えられるか。図１中A～Hの中から適切なものを選択せよ。

(2)　図２の(Ⅲ)にはどのような細胞が含まれると考えられるか説明せよ。

(3)　別の実験で培養中の生きた動物細胞では細胞分裂が全くおこなわれていなかった。この細胞を図２に示す方法で調べたところ，(Ⅰ)に相当する細胞だけが見られ，(Ⅱ)と(Ⅲ)に相当する細胞は全く観察されなかった。この細胞群で(Ⅱ)と(Ⅲ)が見られない理由として考えられることは何か。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　細胞分裂が起こる時には，DNAの複製を伴う。

(1)　下線部aに示されている複製は何と呼ばれるか，答えよ。

(2)　下線部aの説明として，適切なものには○を，不適切なものには×を記入せよ。

(ア)　DNAが複製される時に２本鎖が１本ずつに分離し，その片方だけが新しく合成された鎖と一緒になり，１組の２本鎖のみを作る。

(イ)　複製の際には，もともとあるDNAの２本の鎖がそれぞれ鋳型の役目をする。

(ウ)　新しく結合するヌクレオチドは，細胞の中で合成される。

(エ)　DNAの中では，シトシンとアデニン，グアニンとチミンがそれぞれ相補的に結合する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　確認テスト

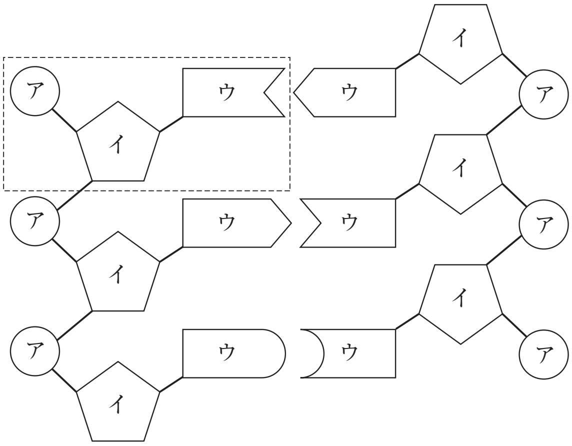
次の文を読み，(1)から(5)の問いに答えよ。

(A)DNAの複製の在り方は，1958年，メセルソンとスタールによって，以下のような実験によって証明された。窒素源として$^{15}NH_4Cl$（^{14}Nより質量が大きい同位体^{15}Nからなる塩化アンモニウム）のみを含む培地で大腸菌を10代以上にわたって培養し，大腸菌内のほとんどすべての窒素を^{15}Nに置きかえた。この大腸菌を第1代目として，$^{14}NH_4Cl$を含む培地に移して培養を続けた。分裂のたびにDNAを抽出し，(B)密度勾配遠心法によってその密度を調べた。

(1)　文中の下線部(A)について，DNAの複製は何と呼ばれるか，適当なものを次の①～⑤から選べ。

①　保存的複製　　②　半保存的複製　　③　分散的複製
④　相補的複製　　⑤　塩基的複製

(2)　DNAは，ヌクレオチドとよばれる構成単位（次図の点線で囲まれた部分）が多数鎖状に結合した化合物である。ヌクレオチドは（　ア　），（　イ　），（　ウ　）という3つの部分からなる。（　ア　），（　イ　），（　ウ　）にあてはまる語句として適当なものをあとの①～⑧から選べ。



①　塩基　　②　アデノシン　　③　ATP　　④　デオキシリボース
⑤　リボース　　⑥　リン酸　　⑦　塩酸　　⑧　硝酸

(3)　^{14}Nや^{15}Nは，(2)の（　ア　），（　イ　），（　ウ　）のどれにとりこまれるか。（ア），（イ），（ウ）の記号で答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(4)　文中の下線部(B)に関して，密度の大きいDNAをA，密度の小さいDNAをB，AとBの中間の密度のDNAをCとしたとき，以下のⅠ，Ⅱで，A，B，CのDNA量の比はどうなるか。適当なものをあとの①～⑨から選べ。

Ⅰ　１回分裂した大腸菌（第2代目）　　Ⅱ　２回分裂した大腸菌（第3代目）

①　1：0：0　②　0：1：0　③　0：0：1　④　1：1：0　⑤　0：1：1
⑥　1：0：1　⑦　3：1：0　⑧　0：1：3　⑨　1：1：1

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講

【1】

問１　[1] ヌクレオチド　[2] リン酸　[3] デオキシリボース

問２　相同染色体，22対

問３　12分子

問４　(1)　(ア)　(2)　(イ)　(3)　(オ)

【2】

問１　(1)　B　(2)　間期　(3)　(エ)

問２　(1)　B

(2)　G_2期とＭ期の細胞

(3)　この細胞群の一部は分裂を止め，分化した状態になっている。

問３　(1)　半保存的複製

(2)　(ア)　×　(イ)　○　(ウ)　○　(エ)　×

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　確認テスト

(1)　②

(2)　ア　⑥　　イ　④　　ウ　①　　(3)　ウ

(4)　Ⅰ　③　　Ⅱ　⑤

【解説】

(1)　DNAが複製される際，まずは２本鎖DNAが２本の１本鎖に開く。その後，それぞれの鎖を鋳型としてDNAポリメラーゼによって新しい鎖が合成されることで，同一な塩基配列をもつ2本鎖DNAが２つ出来上がる。このようは複製の過程は半保存的複製と呼ばれ，メセルソンとスタールによって証明された。

(2)　DNAはヌクレオチドを構成単位としている。ヌクレオチドは，リン酸とデオキシリボースとよばれる五炭糖と塩基で構成され，ヌクレオチド同士はリン酸と五炭糖が交互に結合することで一本鎖DNAを形成している。さらに，内側に出た塩基がアデニンとチミン，グアニンとシトシンの間で相補的に結合することで2本鎖DNAが形成される。ここではアがリン酸，イがデオキシリボース，ウが塩基を表している。

(3)　メセルソンとスタールは窒素の同位体^{15}Nを用いて作成した重たいDNAを使って，半保存的複製を証明した。ヌクレオチドの構成要素について，リン酸はP，H，Oの元素で構成され，五炭糖はC，H，Oで，塩基はC，H，O，Nで構成される。ゆえに，窒素は塩基に含まれる。

(4)　実験開始時点では，２本鎖が両方とも^{15}Nで構成されているため，密度の大きいDNAである。１回分裂したあとでは，すべての2本鎖DNAが^{15}Nを含む鎖と^{14}Nを含む鎖で構成されているため，中間の密度の２本鎖DNAだけが検出される(0：0：1)。2回分裂した後では，^{15}Nを含む鎖と^{14}Nを含む鎖で構成された2本鎖DNAと^{14}Nを含む鎖のみで構成された２本鎖DNAが同数得られる(0：1：1)。また，n回分裂した後には，全体では2^n本のDNA分子が存在するが，中間の密度の２本鎖DNAは必ず２本残り，他はすべて^{14}Nを含む鎖のみで構成されたか密度の小さい２本鎖DNAとなる(0：2^n−2：2)。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。